

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平11-156676

(43) 公開日 平成11年(1999) 6月15日

(51) Int.Cl.<sup>9</sup>

識別記号

F I

B 2 3 Q 15/18

B 2 3 Q 15/18

17/22

17/22

Z

G 0 5 B 19/404

G 0 5 B 19/18

E

審査請求 未請求 請求項の数 6 O L (全 9 頁)

(21) 出願番号

特願平9-330521

(71) 出願人 000137856

株式会社ミヤノ

長野県上田市大字秋和1000番地

(22) 出願日

平成9年(1997)12月1日

(72) 発明者 荻原清一

長野県上田市大字秋和1000番地 株式会社

ミヤノ内

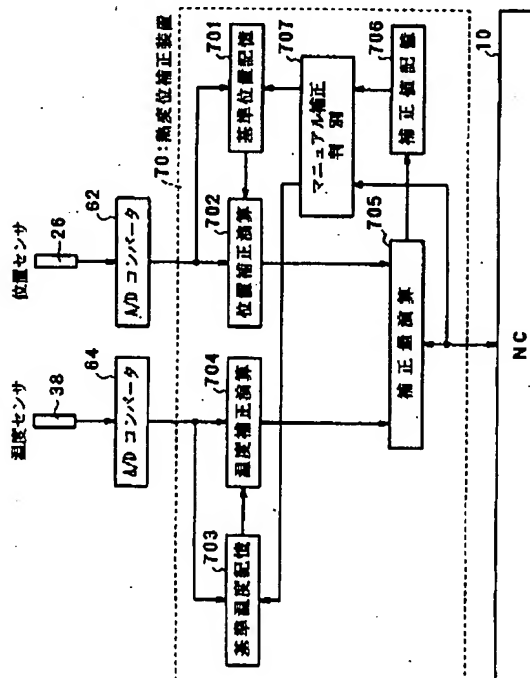
(74) 代理人 弁理士 佐藤 一雄 (外3名)

(54) 【発明の名称】 工作機械の熱変位補正方法および装置

(57) 【要約】

【課題】 熱変位による加工誤差を低減し得る、取扱の簡単な、工作機械の熱変位補正方法および装置の提供。

【解決手段】 この発明の熱変位補正装置は、ワーク4を取り付けたスピンドル54と刃具8を取り付けたタレットヘッド6との相対位置を測定する位置センサ26と、タレットヘッド6の温度を測定する温度センサ38と、位置センサ26および温度センサ38による作業開始前の測定結果を基準値として作業開始後の測定結果に基づきスピンドルおよびタレットヘッド間の相対位置およびタレットヘッドの温度に対する補正量を算出しNC装置のオフセットを補正する補正量演算装置705とを備えている。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】ワークを取り付けたスピンドルと刃具を取り付けたタレットヘッドとの相対位置を測定する位置測定ステップと、

前記タレットヘッドの温度を測定する温度測定ステップと、

前記位置測定ステップおよび前記温度測定ステップによる作業開始前の測定結果を基準値として作業開始後の測定結果に基づき前記相対位置および前記タレットヘッドの温度に対する補正量を算出しNC装置のオフセットを補正する補正量演算ステップとを備える工作機械の熱変位補正方法。

【請求項2】前記温度測定ステップが、前記タレットヘッドの熱容量に近い熱容量を有し循環する切削液に熱的に接触するように前記タレットヘッドに近接配置された温度模擬ブロックの温度を測定することによって実行される請求項1に記載の工作機械の熱変位補正方法。

【請求項3】前記補正量演算ステップにおける補正量の計算に際し、前記温度測定ステップで測定された温度に基づいて切削負荷の軽重を推定し、その軽重を表す係数を加味する請求項2に記載の工作機械の熱変位補正方法。

【請求項4】ワークを取り付けたスピンドルと刃具を取り付けたタレットヘッドとの相対位置を測定する位置センサと、

前記タレットヘッドの温度を測定する温度測定手段と、前記位置センサおよび前記温度測定手段による作業開始前の測定結果を基準値として作業開始後の測定結果に基づき前記相対位置および前記タレットヘッドの温度に対する補正量を算出しNC装置のオフセットを補正する補正量演算手段とを備えた工作機械の熱変位補正装置。

【請求項5】前記温度測定手段が、前記タレットヘッドの熱容量に近い熱容量を有し循環する切削液に熱的に接触するように前記タレットヘッドに近接配置された温度模擬ブロックと、この温度模擬ブロックの温度を測定する温度センサとからなっている請求項4に記載の工作機械の熱変位補正装置。

【請求項6】前記補正量演算手段が、前記補正量の計算に際し前記温度センサによって測定された温度に基づいて切削負荷の軽重を推定し、その軽重を表す係数を加味する請求項5に記載の工作機械の熱変位補正装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、ワーク加工時における工作機械の熱変位補正方法および装置に関するものである。

## 【0002】

【従来の技術】工作機械によってワーク（被切削材）を加工する場合、工作機械側の駆動系の各構成部分における温度変化による伸縮や、切削熱による膨張などによ

り、刃先位置計測用センサの位置がずれたりして、ワークと工作機械の間に相対的な変位を生じ、ワークの加工精度が低下するという事態がしばしば生ずる。

【0003】種々の部位におけるこのような温度変化による加工精度の低下を防止するために、種々の温度補償方法が提案されている。たとえば、

a) 温度による変位を温度センサの検出温度に基づいて推定計算して補正値を得る方式、

b) 熱変位量の時間的な変化傾向をあらかじめ測定しておき、それを基にして実際測定値を補正する方式、

c) 加工済みのワークの位置をタッチセンサにより直接測定し補正値を得る方式、さらには、

d) ツールセッタなどで直接、刃先位置を測定し補正値を得る方式、

などがそれである。

## 【0004】

【発明が解決しようとする課題】上述した従来の熱変位補正方式では、それぞれに利点なり意義なりをもっているものの、各補正方式にはそれぞれ誤差補正が不十分であったり、誤差補正のための機器の取扱いが煩雑であったり、熟練を要したり、さらには補正値にバラツキを生じたりして、必ずしも十分なものではなかった。

【0005】したがって、本発明の目的は、熱変位による加工誤差をより低減し得る、取扱の簡単な、工作機械の熱変位補正方法および装置を提供することにある。

## 【0006】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するために請求項1に係る発明は、ワークを取り付けたスピンドルと刃具を取り付けたタレットヘッドとの相対位置を測定する位置測定ステップと、タレットヘッドの温度を測定する温度測定ステップと、位置測定ステップおよび温度測定ステップによる作業開始前の測定結果を基準値として作業開始後の測定結果に基づき相対位置およびタレットヘッドの温度に対する補正量を算出しNC装置のオフセットを補正する補正量演算ステップとを備える工作機械の熱変位補正方法を要旨とするものである。

【0007】請求項2に係る発明は、温度測定ステップが、タレットヘッドの熱容量に近い熱容量を有し循環する切削液に熱的に接触するようにタレットヘッドに近接配置された温度模擬ブロックの温度を測定することによって実行されることを特徴とするものである。

【0008】請求項3に係る発明は、補正量演算ステップにおける補正量の計算に際し、温度測定ステップで測定された温度に基づいて切削負荷の軽重を推定し、その軽重を表す係数を加味することを特徴とするものである。

【0009】請求項4に係る発明は、ワークを取り付けたスピンドルと刃具を取り付けたタレットヘッドとの相対位置を測定する位置センサと、タレットヘッドの温度を測定する温度測定手段と、位置センサおよび温度測定

手段による作業開始前の測定結果を基準値として作業開始後の測定結果に基づき相対位置およびタレットヘッドの温度に対する補正量を算出しNC装置のオフセットを補正する補正量演算手段とを備えた工作機械の熱変位補正装置を要旨とするものである。

【0010】請求項5に係る発明は、温度測定手段が、タレットヘッドの熱容量に近い熱容量を有し循環する切削液に熱的に接触するようにタレットヘッドに近接配置された温度模擬ブロックと、この温度模擬ブロックの温度を測定する温度センサとからなっていることを特徴とするものである。

【0011】請求項6に係る発明は、補正量演算手段が、補正量の計算に際し温度センサによって測定された温度に基づいて切削負荷の軽重を推定し、その軽重を表す係数を加味することを特徴とするものである。

【0012】

【発明の実施の形態】図2は本発明を適用する工作機械の全体的構成を示すものである。図示の工作機械は数値制御式工作機械すなわちNC工作機械であって、スピンドルヘッド2の主軸に取り付けられたワーク4をタレットヘッド6に取り付けられた刀具8により数値制御装置(NC)10の助けを借りてディジタル制御加工する機械である。スピンドルヘッド2はスピンドルモータ12によって回転駆動される。タレットヘッド6はタレットボックス14に取り付けられている。タレットボックス14は、ワーク4の加工内容に従いワーク4の軸心と刀具8の先端との間の間隔を調整するためにX軸サーボモータ16によりX軸ボールねじ17を介してX軸方向への変位動作が可能であり、またワーク4に対する刀具8の軸心方向位置を調整するためにZ軸サーボモータ18によりZ軸ボールねじ19を介してZ軸方向への変位動作が可能である。ワーク4を所定のプログラムに従って所定の形状およびサイズに加工するために、タレットボックス14およびスピンドルヘッド2は、NC10によってX軸サーボモータ16およびZ軸サーボモータ18並びにスピンドルモータ12を介してそれぞれ制御される。

【0013】X軸サーボモータ16によるX軸方向位置がX軸方向位置検出用パルスコード20によって検出され、Z軸サーボモータ18によるZ軸方向位置がZ軸方向位置検出用パルスコード22によって検出される。スピンドルヘッド2およびタレットボックス14には、互いに対向する部位どうし的一方(図示の例ではスピンドルヘッド2)に位置センサ用反射体24が取り付けられ、他方(タレットボックス14)に非接触型位置センサ26が取り付けられている。

【0014】刀具8とワーク4との間に生ずる切削熱を放出し、かつ、摩擦を減少させたりするため、ワーク4の切削加工部に対しノズル28から切削液56(図6参照)たとえば切削油が噴射される。ノズル28には、リ

キッドモータ32によって駆動されるリキッドポンプ34からリキッド配管36を介して加圧状態の切削液が供給され、ノズル28から切削加工部に対し切削液を噴射する。ノズル28から噴射された切削液は切削加工部で所与の作業(冷却、減摩、被覆、洗滌)をした後、後述のごとくりキッドタンク50(図4)に回収され、必要に応じ、除塵などの処理を施した後、再利用のためにリキッドポンプ34へ戻して循環使用される。

【0015】タレットヘッド6は回転するためその温度を直接測定することは困難である。そこで、タレットヘッド6の温度を間接的に測定すべく、タレットヘッド6の熱容量に近い熱容量を有し、タレットヘッド6に近接配置された温度模擬ブロック30を用意し、配管36中を通る噴射前の切削液を熱的に接触させる。配管36中の切削液の温度は切削作業部直後の温度よりも低い。しかし、ノズル28から噴射された切削液は刀具8を冷却すると同時にタレットヘッド6およびツール(刃物台)をも冷却するので、経験的に作業前の切削液を用いた方がむしろタレットヘッド6の温度に近い温度が得られることが分かった。かくして、ブロック30によってタレットヘッド6の温度を模擬し、その温度を温度センサ38によって測定することにより、タレットヘッド6の温度を推定する。

【0016】図3は、タレットボックス14およびタレットヘッド6の内部構造を、タレットヘッド6のX軸方向の動きに関して説明する説明図である。サーボモータ16が回転するとカップリング40を介してボールねじ17が回転する。ボールねじ17はその両端部でタックベアリング44および46によって支承されている。ボールねじ17が回転することによって、これにねじ合わされたナット48が軸方向へ移動する。したがって、ナット48とタレットボックス14が一体的運動をするように連結しておき、サーボモータ16によりボールねじ17を回転させることによって、タレットヘッド6をスピンドル54の軸心方向に移動させることができる。

【0017】その場合、ボールねじ17とナット48が摺動することにより発熱し、ボールねじ17が伸長する。伸長方向はタックベアリング44、46の組み方により決まる。図示の場合は、矢印Pの方向である。このように、発熱によってボールねじ17が伸長すると、NC10からのNC指令値に対して実際の移動量はサーボモータ16側にシフトしてしまうことになる。

【0018】図4を参照して工作機械の熱伝達系統と熱変位について説明する。ワーク4に対する切削加工によって発生した熱は切削液を介してリキッドタンク50に蓄積される。そのためリキッドタンク50が、スピンドルヘッド2およびタレットボックス14を載置する載置面であるC面を形成した脚52に対して熱源となり、リキッドタンク50との対向面であるA面から脚52へと熱が伝導する。この時、当然、A面の方がその反対面で

あるB面よりも温度は高くなる。この結果、脚52はA面側が押し上げられ、スピンドルヘッド2を載置するC面は破線で示すようにC'面へと変形する。この変形によりタレットボックス14とスピンドルヘッド2との間の距離Dが狭まる。この状態では刃具8はNC指令値よりもワーク4に接近してしまう。この影響はA面とB面の間の温度差が大きいほど大きく、刃具8とワーク4との間の間隔Dが狭くなる。

【0019】このほかに、脚52に対する熱の要素としては、スピンドルモータ12の発熱や、スピンドル54の発熱、切削液の発熱などが存在し、これらがそれぞれ異なる部位・場所から脚52に対し複合的に加わり、脚52は複雑に変形する。したがって、計算によって脚52の各部の変位量を正確に捕捉するのはほとんど不可能である。

【0020】次に図5を参照してタレットボックス14とタレットヘッド6の変位について説明する。タレットボックス14は温度上昇によりナット48を基点にして図示のQ方向すなわち軸方向へ伸長する。タレットヘッド6は外気温のほか、切削液たとえば切削油の温度や、刃具8からの伝導熱でタレット軸心Xを基点にしてQと平行なR方向へ伸長する。

【0021】図6に示すように、ワーク4を刃具8で切削することにより発生する切削熱は3つの方向へ伝導する。すなわち、

- 1) 刃具8を介してタレットヘッド6へと向かう伝導熱H1
- 2) ワーク4を介してスピンドル54へと向かう伝導熱H2
- 3) 作業済の切削液を介して伝導する伝導熱H3

【0022】タレットヘッド6の熱膨張による変位量を計算するためにはタレットヘッド6の温度を検知しなければならないが、タレットヘッド6は回転するために、それに直接、温度センサを取り付けることはできない。そこで、上記3方向へ伝導する熱のうち、第3の伝導熱H3に関わる切削液の温度を測定することにより代用する。

【0023】図1は、本発明による熱変位補正装置70のブロック図である。この熱変位補正装置70は熱変位補正值を算出してNC10に与えるものであって、基準位置記憶手段701を有する位置補正演算手段702、基準温度記憶手段703を有する温度補正演算手段704、両補正演算手段702、704の演算結果に基づいて温度補正值および位置補正值を演算する補正值演算手段705、その温度補正值および位置補正值を記憶する補正值記憶手段706、およびそれらの補正值に基づいてマニュアル補正が行われたどうかを判別し、マニュアル補正が行われたものと判別されたときは基準位置記憶手段701および基準温度記憶手段703にフィードバ

ックして更新するマニュアル補正判別手段707を備えている。位置補正演算手段702には、位置センサ26の位置検出情報がA-Dコンバータ62を介して導入され、温度補正演算手段704には、温度センサ38の温度検出情報がA-Dコンバータ64を介して導入される。

【0024】さて、本発明を実施するために、検出端として次のa、bを準備する。

- a) タレットヘッド6 (の刃具8) とスピンドルヘッド2 (のスピンドル54) との間の相対距離を測定する位置センサ26をタレットボックス14側に、またスピンドルヘッド2側に反射体24を取り付け (図2)、
- b) タレットヘッド6の温度を推定するためにタレットヘッド6の温度を模擬するブロック30およびその温度を測定する温度センサ38を取り付ける。

【0025】図2において、位置センサ26によりタレットボックス14とスピンドルヘッド2との間の距離を測定することにより、以下の変位を主とする変位量を総合して得ることができる。なお、測定位置はNC10からの指令により常に原点からの一定位置とする。

- 1) ボールねじ17の変位 (図3参照)
- 2) 脚52の変位 (図4参照)
- 3) スピンドル54の変位 (主に脚52に熱が伝達することによる脚52の変位の影響)
- 4) タレットボックス14の変位 (図5参照)

次に、温度センサ38によるブロック30の温度測定結果を用いて、タレットヘッド6の温度を推定し、それによりタレットヘッド6の変位を計算する方法について説明する。

【0026】切削により発生する熱は図6の伝導熱H1の方向でタレットヘッド6側に伝導する。その場合、

- a) 軽負荷のために切削熱量が少ない場合は、(刃具8+ツール+タレットヘッド6)の放熱量が大きいため、タレットボックス14の温度に対して(刃具8+ツール+タレットヘッド6)の温度上昇は小さく、これらの変位は無視することができる。因みに、すでに述べた位置測定はタレットボックス14のスピンドル54側で行っているため、これらの変位は位置測定結果に含まれる。
- b) 重負荷のために切削熱量が多い場合は、(刃具8+ツール+タレットヘッド6)の温度上昇がタレットボックス14の温度に対して大きくなり、それらの変位は大きくなる。その場合、タレットヘッド6系の変位量は、 $\text{変位量} = (\text{タレットヘッド系の半径}) \times (\text{膨張率}) \times (\text{現在温度} - \text{基準温度}) \times (\text{負荷係数})$ として計算することができる。

【0027】タレットヘッド6の温度測定については図6を参照して説明した通りである。式中の負荷係数は温度センサ38によって測定された温度に基づいて推定する。すなわち、切削負荷の軽重は、切削を開始してから所定時間後、たとえば30分後のタレットヘッド6の温

度上昇、すなわちブロック30の温度上昇によって推定することができる。この温度上昇量にあらかじめ実験的に求めた係数を乗じて決定する。実験によれば、この係数として、 $1/2.93$ 程度が適当なものであった。

【0028】次に、図1の熱変位補正装置によって実施される本発明の手順について図7を参照して説明する。まず、加工サイクルの先頭で、NCプログラム指令によってタレットを測定位置へ移動する(ステップ101)。次に、位置センサ26によりタレットボックス14とスピンドルヘッド2との間の距離を測定し、その測定データを図1に示すようにA-Dコンバータ62を介して熱変位補正装置70に取り込むとともに、タレットヘッド6の温度を推定すべくブロック30の温度を温度センサ38により測定し、その測定データもA-Dコンバータ64を介して熱変位補正装置70に取り込む(ステップ102)。この測定値の取り込みが終わったら、タレットを位置センサ測定位置からいったん待避させる(ステップ103)。ここで補正の組数のカウントのための変数*i*をゼロにクリアする(ステップ104)。いま補正の組数、すなわち補正対象のタレットヘッド6のオフセット補正組数を表す変数*i*の最大値を“32”とすると、次のステップとして、“ $i=32$ ”であるか否かをチェックする(ステップ105)。ここで当初は、 $i=0$ であるから“NO”である。後述のマニュアル補正を行ったか否かを判別するために、NC10の*i+1*番目のオフセットが*i+1*番目の補正記憶値と同じか否かのチェックを行う(ステップ106)。“YES”なら、マニュアル補正が行われていないことになるので、*i+1*番目の基準位置からの変位量を演算する(ステップ107)とともに、*i+1*番目の基準温度からの偏差演算を行い(ステップ108)、その演算結果に基づいてNC10の*i+1*番目のオフセット補正を行い(ステップ109)、その補正値を記憶する(ステップ110)。これで最初の1点についての補正処理を終了する。ステップ106において“NO”の場合は、マニュアル補正が行われていることになるので、*i+1*番目の基準位置と基準温度の更新記憶を行って(ステップ111)から補正値記憶(ステップ110)を行う。この補正値記憶の後に、次の補正点についての補正処理を行うべく、 $i=i+1$ の処理をして(ステップ112)、ステップ105へ戻る。以下、ステップ106~112を繰返し、ステップ112における $i=i+1$ の処理の後、ステップ105において $i=32$ が確認されたら、それはすべての補正点についての補正処理が終了したことを意味するので、NC10による所定の切削加工作業を行い(ステップ113)、“終了”となる。

【0029】以上述べた本発明の特徴を要約すれば、次の通りである。

1) 位置センサ26と温度センサ38との組み合わせにより位置補正データを得る。

a) 位置センサ26でタレットボックス14とスピンドル54との間の距離を測定することにより、以下の基準位置との変位を総合して得ることができる。

\* 切削液温および外気温の変化による脚52の変位量、  
\* スライドナット48が摺動することによるボールねじ17の伸びによる変位量、

\* スピンドル54の回転に伴う発熱による脚52への熱伝導によるスピンドルヘッド2の変位量、および

\* 各変位量の熱伝達遅延による計算誤差分。

10 b) 温度模擬ブロック30および温度センサ38を介してタレットヘッド6の温度を高精度で推定することにより、タレットヘッド6とツールや刃具8の基準温度の時の位置に対する変位量(膨張量)を計算する。

c) 上記aとbの値を合算することにより、ワーク4の補正変位量を把握する。

【0030】2) オペレータがNC10による制御にマニュアル補正を加えたときの上記温度と位置をそれぞれマニュアルで補正したオフセット番号の基準温度および基準位置とする。

20 a) オペレータがマニュアル補正を行うときは、当然、加工した製品の寸法チェックを行い、加工誤差分をマニュアルで補正する。この補正をすることにより、加工誤差はゼロになったとみなすことができる。したがって、このときの上記温度と位置を計算の基準とする(基準温度、基準位置)。

b) 連続加工をした場合、位置測定および温度測定を行う度にマニュアル補正判別手段707によりマニュアル補正が行われたかをチェックし、マニュアル補正が行われたと判断した場合は基準温度および基準位置を更新する。

30 c) 連続加工した場合、製品すなわちワーク4は刃具8の摩耗により寸法変化を来す。したがって、通常、オペレータは定期的に寸法チェックをして、摩耗を含む加工誤差をマニュアルで補正する。このことは、定期的に上記基準温度と基準位置を直近のデータに校正してくれることになる。したがって、より正確な補正を実現することができる。

【0031】

40 【発明の効果】以上述べたように本発明によれば、工作機械の熱変位によるワークの加工誤差をより低減し得る、取扱の比較的簡単な、工作機械の熱変位補正方法および装置を提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明による工作機械の熱変位補正装置の実施の形態を示すブロック図。

【図2】本発明を適用する工作機械の全体的構成並びに位置センサおよび温度センサの取付位置を示す配置図。

【図3】タレットボックスに含まれるボールねじの変位について説明する説明図。

50 【図4】タレットボックスおよびスピンドルヘッドを載

置する脚の変位について説明する説明図。

【図5】タレットボックスおよびタレットヘッドの熱変位について説明する説明図。

【図6】切削熱の伝導方向およびタレットヘッドの温度測定について説明する説明図。

【図7】本発明による熱変位補正方法および装置を説明するためのフローチャート。

【符号の説明】

2 スピンドルヘッド

4 ワーク

6 タレットヘッド

8 刃具

10 数値制御装置 (NC)

12 スピンドルモータ

14 タレットボックス

16 X軸サーボモータ

17 X軸ボールねじ

18 Z軸サーボモータ

19 Z軸ボールねじ

20 パルスコード

22 パルスコード

24 位置センサ用反射体

26 非接触型位置センサ

28 ノズル

30 温度模擬ブロック

32 リキッドモータ

34 リキッドポンプ

36 リキッド配管

38 温度センサ

40 カップリング

44 タックベアリング

46 タックベアリング

48 ナット

10 50 リキッドタンク

52 脚

54 スピンドル

56 切削油

62 A-Dコンバータ

64 A-Dコンバータ

70 熱変位補正装置

701 基準位置記憶手段

702 位置補正演算手段

703 基準温度記憶手段

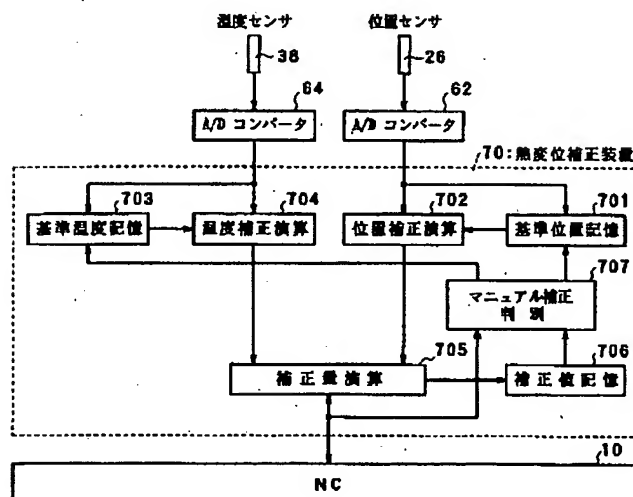
20 704 温度補正演算手段

705 補正値演算手段

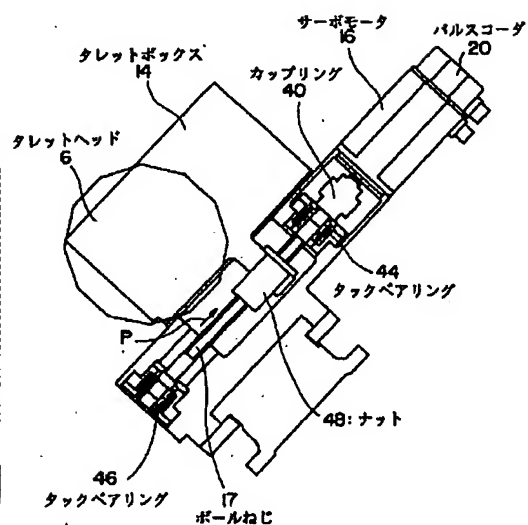
706 補正値記憶手段

707 マニュアル補正判別手段

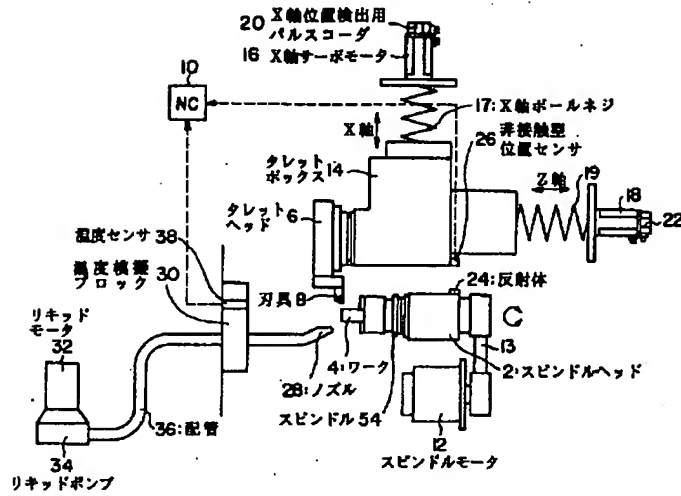
【図1】



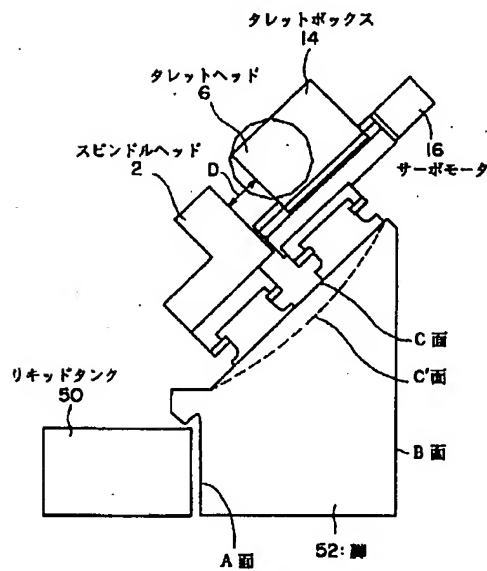
【図3】



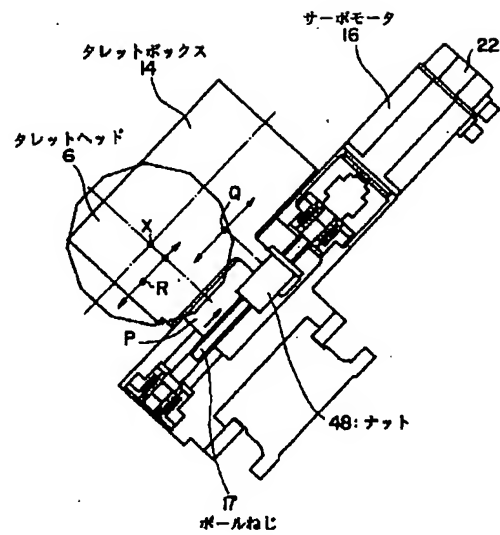
【図2】



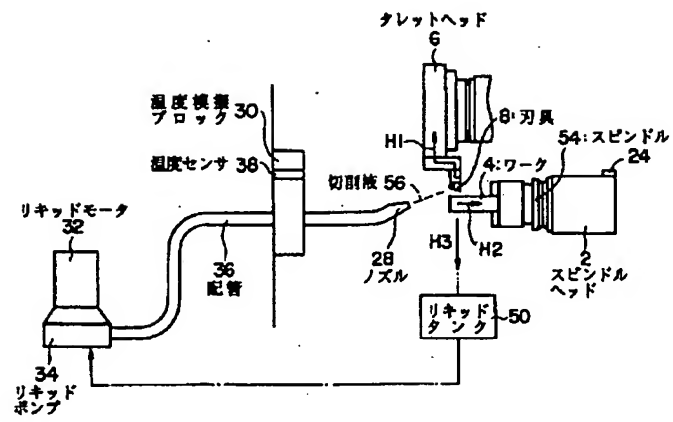
【図4】



【図5】

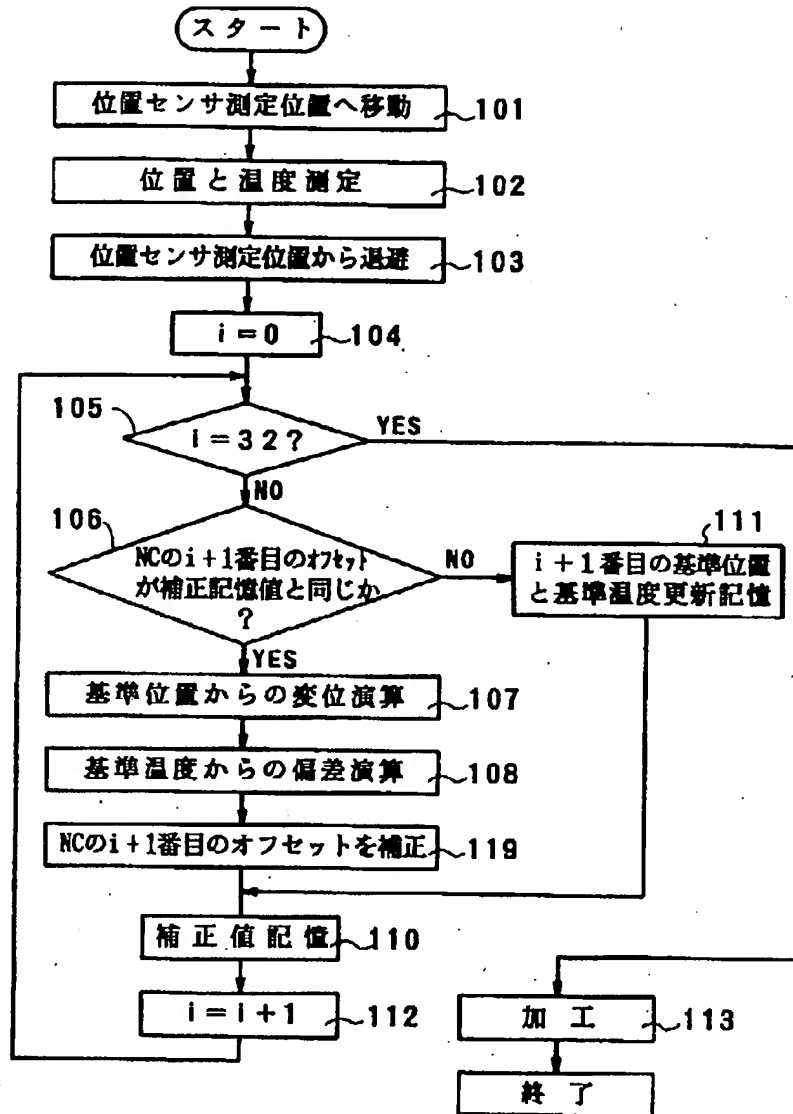


【図6】





【図7】



**PAT-NO:** JP411156676A  
**DOCUMENT-IDENTIFIER:** JP 11156676 A  
**TITLE:** THERMAL DISPLACEMENT CORRECTING METHOD FOR MACHINE TOOL, AND ITS DEVICE

**PUBN-DATE:** June 15, 1999

**INVENTOR-INFORMATION:**

NAME	COUNTRY
OGIWARA, SEIICHI	N/A

**ASSIGNEE-INFORMATION:**

NAME	COUNTRY
MIYANO:KK	N/A

**APPL-NO:** JP09330521

**APPL-DATE:** December 1, 1997

**INT-CL (IPC):** B23Q015/18 , B23Q017/22 , G05B019/404

**ABSTRACT:**

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide a thermal displacement correcting method for a machine tool and its device which can reduce machining error due to thermal displacement and is easily treated.

**SOLUTION:** This thermal displacement correcting device is equipped with a position sensor 26 for measuring relative position between a spindle to which a work is attached and a turret head having a blade tool, a temperature sensor 38 for measuring temperature of the turret head, and a correction calculating device 705 which sets results measured by the position sensor 26 and the temperature sensor 38 before operation starting to be standard values, calculates the relative position between the spindle and the turret head and correction to the temperature of the turret head based on measurement results after operation starting, and corrects offset of a NC device 10.

**COPYRIGHT:** (C)1999,JPO

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 11-156676

(43)Date of publication of application : 15.06.1999

(51)Int.Cl.

B23Q 15/18  
B23Q 17/22  
G05B 19/404

(21)Application number : 09-330521

(71)Applicant : MIYANO:KK

(22)Date of filing : 01.12.1997

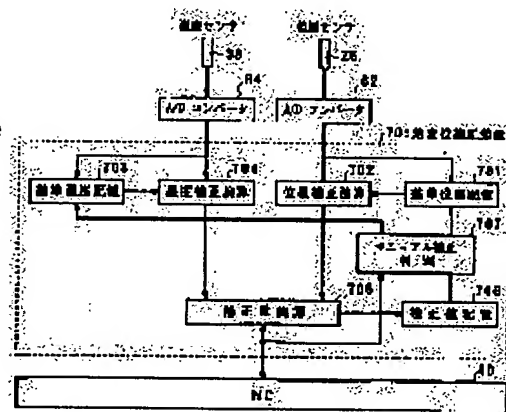
(72)Inventor : OGIWARA SEIICHI

## (54) THERMAL DISPLACEMENT CORRECTING METHOD FOR MACHINE TOOL, AND ITS DEVICE

### (57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide a thermal displacement correcting method for a machine tool and its device which can reduce machining error due to thermal displacement and is easily treated.

**SOLUTION:** This thermal displacement correcting device is equipped with a position sensor 26 for measuring relative position between a spindle to which a work is attached and a turret head having a blade tool, a temperature sensor 38 for measuring temperature of the turret head, and a correction calculating device 705 which sets results measured by the position sensor 26 and the temperature sensor 38 before operation starting to be standard values, calculates the relative position between the spindle and the turret head and correction to the temperature of the turret head based on measurement results after operation starting, and corrects offset of a NC device 10.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

24.11.2004

[Date of sending the examiner's decision of

rejection]

[Kind of final disposal of application other than  
the examiner's decision of rejection or  
application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's  
decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's  
decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

**\* NOTICES \***

JPO and NCIPi are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

---

**CLAIMS**

---

**[Claim(s)]**

[Claim 1] The location measurement step which measures the relative position of the spindle which attached the work piece, and the turret head which attached the cutting-edge implement, The thermometry step which measures the temperature of said turret head, The measurement result before the activity initiation by said location measurement step and said thermometry step is made into a reference value. the heat of a machine tool equipped with the amount operation step of amendments which computes said relative position and the amount of amendments to the temperature of said turret head based on the measurement result after activity initiation, and amends offset of an NC unit -- a variation rate -- the amendment approach.

[Claim 2] the heat of the machine tool according to claim 1 performed by measuring the temperature of the temperature simulation block by which contiguity arrangement was carried out to said turret head so that the cutting fluid with which said thermometry step has and circulates through the heat capacity near the heat capacity of said turret head may be contacted thermally -- a variation rate -- the amendment approach.

[Claim 3] the heat of the machine tool according to claim 2 which considers the multiplier which presumes the gravity of a cut load based on the temperature measured at said thermometry step on the occasion of count of the amount of amendments in said amount operation step of amendments, and expresses the gravity -- a variation rate -- the amendment approach.

[Claim 4] The position sensor which measures the relative position of the spindle which attached the work piece, and the turret head which attached the cutting-edge implement, A thermometry means to measure the temperature of said turret head, The measurement result before the activity initiation by said position sensor and said thermometry means is made into a reference value. the heat of the machine tool equipped with an amount operation means of amendments to compute said relative position and the amount of amendments to the temperature of said turret head based on the measurement result after activity initiation, and to amend offset of an NC unit -- a variation rate -- a compensator.

[Claim 5] the heat of the machine tool according to claim 4 which is said turret head from the temperature simulation block by which contiguity arrangement was carried out, and the temperature sensor which measures the temperature of this temperature simulation block so that the cutting fluid with which said thermometry means has and circulates through the heat capacity near the heat capacity of said turret head may be contacted thermally -- a variation rate -- a compensator.

[Claim 6] the heat of the machine tool according to claim 5 with which said amount operation means of amendments considers the multiplier which presumes the gravity of a cut load based on the temperature measured by said temperature sensor on the occasion of count of said amount of amendments, and expresses the gravity -- a variation rate -- a compensator.

---

[Translation done.]

\* NOTICES \*

JPO and NCIPi are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

---

DETAILED DESCRIPTION

---

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Field of the Invention] the heat of the machine tool [ this invention ] at the time of work-piece processing -- a variation rate -- it is related with the amendment approach and equipment.

[0002]

[Description of the Prior Art] When processing a work piece (cut material) with a machine tool, by telescopic motion by the temperature change in each component of the drive system by the side of a machine tool, expansion by cut heat, etc., the location of the sensor for edge-of-a-blade location measurement shifts, a variation rate relative between a work piece and a machine tool is produced, and the situation where the process tolerance of a work piece falls often arises.

[0003] In order to prevent lowering of the process tolerance by such temperature change in various parts, the various temperature-compensation approaches are proposed. for example, the method which carries out forecasting calculation of the variation rate by a temperature based on the detection temperature of a temperature sensor, and acquires correction value and heat b -- a variation rate -- the method which measures the temporal response inclination of an amount beforehand and amends actual measured value based on it, the method which measure directly the location of a work piece [ finishing / c processing ] with a touch sensor, and acquire correction value, the method which measure an edge-of-a-blade location directly by a d tool setter etc., and acquire correction value further -- then, it is.

[0004]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] the conventional heat mentioned above -- a variation rate -- an amendment method -- respectively -- alike -- an advantage -- meaning -- \*\*\*\* -- although it was needed, error correction was inadequate for each amendment method respectively, handling of the device for error correction was complicated, skill was required, or variation was further produced in correction value, and it was not necessarily enough.

[0005] therefore, the object of this invention -- heat -- the heat of a machine tool with easy handling which can reduce the processing error by the variation rate more -- a variation rate -- it is in offering the amendment approach and equipment.

[0006]

[Means for Solving the Problem] Invention which relates to claim 1 in order to attain the above-mentioned object The location measurement step which measures the relative position of the spindle which attached the work piece, and the turret head which attached the cutting-edge implement, The thermometry step which measures the temperature of a turret head, The measurement result before the activity initiation by the location measurement step and the thermometry step is made into a reference value. the heat of a machine tool equipped with the amount operation step of amendments which computes a relative position and the amount of amendments to the temperature of a turret head based on the measurement result after activity initiation, and amends offset of an NC unit -- a variation rate -- let the amendment approach be a summary.

[0007] Invention concerning claim 2 is characterized by a turret head performing by measuring the

temperature of the temperature simulation block by which contiguity arrangement was carried out so that the cutting fluid with which a thermometry step has and circulates through the heat capacity near the heat capacity of a turret head may be contacted thermally.

[0008] Invention concerning claim 3 presumes the gravity of a cut load based on the temperature measured at the thermometry step on the occasion of count of the amount of amendments in the amount operation step of amendments, and is characterized by considering the multiplier showing the gravity.

[0009] The position sensor which measures the relative position of the spindle with which invention concerning claim 4 attached the work piece, and the turret head which attached the cutting-edge implement, A thermometry means to measure the temperature of a turret head, The measurement result before the activity initiation by the position sensor and the thermometry means is made into a reference value. the heat of the machine tool equipped with an amount operation means of amendments to compute a relative position and the amount of amendments to the temperature of a turret head based on the measurement result after activity initiation, and to amend offset of an NC unit -- a variation rate -- let a compensator be a summary.

[0010] Invention concerning claim 5 is characterized by consisting of a temperature sensor which measures the temperature of the temperature simulation block by which contiguity arrangement was carried out, and this temperature simulation block to a turret head so that the cutting fluid with which a thermometry means has and circulates through the heat capacity near the heat capacity of a turret head may be contacted thermally.

[0011] Invention concerning claim 6 is characterized by the amount operation means of amendments considering the multiplier which presumes the gravity of a cut load based on the temperature measured by the temperature sensor on the occasion of count of the amount of amendments, and expresses the gravity.

[0012]

[Embodiment of the Invention] Drawing 2 shows the overall configuration of the machine tool which applies this invention. The machine tool of a graphic display is a numerical-control type machine tool, i.e., an NC machine tool, and is a machine which borrows the assistance of numerical-control equipment (NC) 10 with the cutting-edge implement 8 in which the work piece 4 attached in the main shaft of a spindle head 2 was attached by the turret head 6, and carries out digital-control processing. Revolution actuation of the spindle head 2 is carried out by the spindle motor 12. The turret head 6 is attached in the turret box 14. In order to adjust spacing between the axial center of a work piece 4, and the head of the cutting-edge implement 8 according to the content of processing of a work piece 4, the displacement actuation to X shaft orientations is possible for the turret box 14 through the X-axis ball screw 17 by the X-axis servo motor 16, and in order to adjust the direction location of an axial center of the cutting-edge implement 8 to a work piece 4, the displacement actuation to Z shaft orientations is possible for it through the Z-axis ball screw 19 by the Z-axis servo motor 18. In order to process a work piece 4 into a predetermined configuration and size according to a predetermined program, the turret box 14 and a spindle head 2 are controlled by NC10 by the X-axis servo motor 16 and Z-axis servo motor 18 list through a spindle motor 12, respectively.

[0013] X shaft-orientations location by the X-axis servo motor 16 is detected by the pulse coder 20 for X shaft-orientations location detection, and Z shaft-orientations location by the Z-axis servo motor 18 is detected by the pulse coder 22 for Z shaft-orientations location detection. The reflector 24 for position sensors is attached in one side (the example of a graphic display spindle head 2) of the parts which counter mutually a spindle head 2 and the turret box 14, and the non-contact mold location sensor 26 is attached in another side (turret box 14).

[0014] In order to emit the cut heat produced between the cutting-edge implement 8 and a work piece 4 and to decrease friction, cutting fluid 56 (refer to drawing 6), for example, cutting oil, is injected from a nozzle 28 to the cutting section of a work piece 4. To a nozzle 28, the cutting fluid of an application-of-pressure condition is supplied through the liquid piping 36 from the liquid pump 34 driven by the liquid motor 32, and cutting fluid is injected from a nozzle 28 to the cutting section for it. After the cutting fluid injected from the nozzle 28 is collected by the liquid tank 50 (drawing 4) and processes dust

removing etc. if needed like the after-mentioned after doing a given activity (cooling, lubrication, a coat, washing) in the cutting section, for reuse, it is returned to the liquid pump 34 and the cyclic use of waste water is carried out.

[0015] The turret head 6 is difficult for measuring the temperature directly, in order to rotate. Then, that the temperature of a turret head 6 should be measured indirectly, it has the heat capacity near the heat capacity of a turret head 6, the temperature simulation block 30 by which contiguity arrangement was carried out is prepared for a turret head 6, and the cutting fluid before injection passing through under piping 36 is contacted thermally. The temperature of the cutting fluid in piping 36 is lower than the temperature just behind the cut section. However, since the turret head 6 and the tool (tool post) were also cooled while cooling the cutting-edge implement 8, as for the cutting fluid injected from the nozzle 28, it turned out that the temperature near the temperature of a turret head 6 is rather acquired for the direction which used the cutting fluid before an activity experientially. The temperature of a turret head 6 is presumed by simulating the temperature of a turret head 6 with block 30, and measuring the temperature with a temperature sensor 38 in this way.

[0016] Drawing 3 is an explanatory view which explains the internal structure of the turret box 14 and a turret head 6 about a motion of X shaft orientations of a turret head 6. A revolution of a servo motor 16 rotates a ball screw 17 through coupling 40. The ball screw 17 is supported by the tuck bearings 44 and 46 at the both ends. When a ball screw 17 rotates, the nut 48 which this \*\*\*\*\* moves to shaft orientations. Therefore, a turret head 6 can be moved in the direction of an axial center of a spindle 54 by connecting so that a nut 48 and the turret box 14 may carry out one-motion, and rotating a ball screw 17 with a servo motor 16.

[0017] In that case, it generates heat, when a ball screw 17 and a nut 48 slide, and a ball screw 17 develops. The expanding direction is decided depending on how to construct the tuck bearings 44 and 46. In a graphic display, it is the direction of an arrow head P. Thus, when a ball screw 17 develops by generation of heat, actual movement magnitude will be shifted to a servo motor 16 side to NC command value from NC10.

[0018] With reference to drawing 4, the heat transfer system of a machine tool and heat displacement are explained. The heat generated by cutting to a work piece 4 is accumulated in the liquid tank 50 through cutting fluid. Therefore, the liquid tank 50 serves as a heat source to the foot 52 in which C side which is an installation side in which a spindle head 2 and the turret box 14 are laid was formed, and heat conducts to a foot 52 from the Ath page which is opposed faces with the liquid tank 50. Naturally at this time, temperature becomes high rather than the Bth page whose directions of the Ath page are that reverse side. Consequently, an Ath page side is pushed up, and C side in which a spindle head 2 is laid deforms a foot 52 into C' side, as a broken line shows. The distance D between the turret box 14 and a spindle head 2 narrows according to this deformation. In this condition, the cutting-edge implement 8 will approach a work piece 4 rather than NC command value. This effect is so large that the temperature gradient between the Ath page and the Bth page is large, and the spacing D between the cutting-edge implement 8 and a work piece 4 becomes narrow.

[0019] In addition, as an element of heat to a foot 52, generation of heat of a spindle motor 12, generation of heat of a spindle 54, generation of heat of cutting fluid, etc. exist, it is complexly added to a foot 52 from the part and location where these differ, respectively, and a foot 52 deforms intricately. Therefore, it is almost impossible to catch the amount of displacement of each part of a foot 52 to accuracy by count.

[0020] Next, with reference to drawing 5, displacement of the turret box 14 and a turret head 6 is explained. The turret box 14 is elongated on the basis of a nut 48 by the temperature rise, the direction of Q, i.e., the shaft orientations, of a graphic display. A turret head 6 is elongated in the direction parallel to Q of R on the basis of the turret axial center X by the temperature of cutting fluid, for example, cutting oil, besides outside air temperature, and the conductive heat from the cutting-edge implement 8.

[0021] As shown in drawing 6, the cut heat generated by cutting a work piece 4 with the cutting-edge implement 8 is conducted in the three directions. That is, the conductive heat H3 conducted through the cutting fluid [ finishing / conductive-heat H23 activity ] which goes to a spindle 54 through conductive-



heat H12 work piece 4 which goes to a turret head 6 through 1 cutting-edge implement 8 is it.

[0022] In order to calculate the amount of displacement by the thermal expansion of a turret head 6, the temperature of a turret head 6 must be detected, but a turret head 6 cannot attach a temperature sensor in it directly, in order to rotate. Then, it substitutes by measuring the temperature of the cutting fluid in connection with the 3rd conductive heat H3 among the heat conducted in the three above-mentioned direction.

[0023] the heat according [ drawing 1 ] to this invention -- a variation rate -- it is the block diagram of a compensator 70. It is what computes correction value and is given to NC10. this heat -- a variation rate - - a compensator 70 -- heat -- a variation rate -- The criteria position-memory means 701 The location amendment operation means 702 and the reference-temperature storage means 703 which it has A correction value storage means 706 to memorize the temperature compensation operation means 704 which it has, a correction value operation means 705 to calculate a temperature compensation value and location correction value based on the result of an operation of both the amendment operation means 702,704, its temperature compensation value, and location correction value, And when it distinguishes how [ to which manual amendment was performed based on those correction value ] it is and is distinguished from that to which manual amendment was performed, it has a manual amendment distinction means 707 to feed back to the criteria position-memory means 701 and the base-temperature storage means 703, and to update. The location detection information on a position sensor 26 is introduced into the location amendment operation means 702 through A/D-converter 62, and the temperature detection information on a temperature sensor 38 is introduced into the temperature compensation operation means 704 through A/D-converter 64.

[0024] Now, in order to carry out this invention, the following a and b are prepared as an element.

a) the position sensor 26 which measures the relative distance between a turret head 6 (cutting-edge implement 8) and a spindle head 2 (spindle 54) -- the turret box 14 side -- moreover, in order to presume the temperature of installation ( drawing 2 ) and the b turret head 6 for a reflector 24 to a spindle head 2 side, attach the temperature sensor 38 which measures the block 30 which simulates the temperature of a turret head 6, and its temperature.

[0025] In drawing 2 , the amount of displacement which is mainly concerned with the following variation rates can be synthesized and obtained by measuring the distance between the turret box 14 and a spindle head 2 by the position sensor 26. In addition, a measuring point is always taken as the fixed location from a zero by the command from NC10.

- 1) The variation rate of a ball screw 17 (refer to drawing 3 )
- 2) Variation rate of a foot 52 (refer to drawing 4 )
- 3) The variation rate of a spindle 54 (effect of the variation rate of the foot 52 by heat mainly transmitting to a foot 52)
- 4) The variation rate of the turret box 14 (refer to drawing 5 )

Next, using the thermometry result of the block 30 by the temperature sensor 38, the temperature of a turret head 6 is presumed and how to calculate the variation rate of a turret head 6 by that cause is explained.

[0026] The heat generated by cut is conducted to a turret-head 6 side in the direction of the conductive heat H1 of drawing 6 . In that case, for a light load, since the heat release of (the cutting-edge implement 8+ tool + turret head 6) is large when there are few cut heating values, the temperature rise over the temperature of the turret box 14 (cutting-edge implement 8+ tool + turret head 6) is small, and these variation rates can be disregarded. Since already described location measurement is incidentally performed by the spindle 54 side of the turret box 14, these variation rates are contained in a location measurement result.

b) When there are many cut heating values, the temperature rise of (the cutting-edge implement 8+ tool + turret head 6) becomes large to the temperature of the turret box 14, and those variation rates benefit heavy loading large. In that case, the amount of displacement of turret-head 6 system is amount of displacement =(radius of turret-head system) x(expansion coefficient) x(current temperature-reference temperature) x (load factor).

It is calculable by carrying out.

[0027] It is as having explained the thermometry of a turret head 6 with reference to drawing 6 R> 6. The load factor in a formula is presumed based on the temperature measured by the temperature sensor 38. That is, after the gravity of a cut load starts a cut, it can be presumed by the temperature rise of the turret head 6 after predetermined time, for example, 30 minutes; i.e., the temperature rise of block 30. The multiplier for which it asked experimentally beforehand is multiplied by it and determined as this amount of temperature rises. According to the experiment, about 1/2.93 was suitable as this multiplier.

[0028] Next, the procedure of this invention carried out by the heat displacement compensator of drawing 1 is explained with reference to drawing 7. First, a turret is moved to a measuring point by NC program command at the head of a processing cycle (step 101). next, the distance between the turret box 14 and a spindle head 2 is measured by the position sensor 26, and the measurement data is shown in drawing 1 -- as -- A/D-converter 62 -- minding -- heat -- a variation rate -- while incorporating to a compensator 70 -- the temperature of a turret head 6 -- it should presume -- the temperature of block 30 -- a temperature sensor 38 -- measuring -- the measurement data -- A/D-converter 64 -- minding -- heat -- a variation rate -- it incorporates to a compensator 70 (step 102). When incorporation of this measured value finishes, a turret is made to once shunt a position-sensor measuring point (step 103). The variable i for the count of the number of groups of amendment is cleared to zero here (step 104). If maximum of Variable i which expresses the number of groups of amendment, i.e., the number of offset amendment groups of the turret head 6 for amendment, now is set to "32", it will confirm whether be "i= 32" as a following step (step 105). Since it is i= 0 at the beginning, it is "NO" here. In order to distinguish whether the below-mentioned manual amendment was performed, it is confirmed whether the i+1st offset of NC10 is the same as the i+1st amendment storage values (step 106). if it is "YES", since manual amendment will be performed -- the variation rate from the i+1st criteria locations -- an amount -- calculating (step 107) -- the deflection operation from the i+1st reference temperature is performed (step 108), the i+1st offset amendments of NC10 are performed based on the result of an operation (step 109), and the correction value is memorized (step 110). The amendment processing about one point of the beginning is ended now. Since manual amendment will be performed in step 106 in "NO", correction value storage (step 110) is performed from performing updating storage of the i+1st criteria locations and reference temperature (step 111). After this correction value storage, i=i +1 is processed in order to perform amendment processing about the following amending point (step 112), and it returns to step 105. If steps 106-112 are repeated and i= 32 is hereafter checked in step 105 after processing of i=i +1 in step 112, since it means that the amendment processing about all amending points was completed, it will do the predetermined cutting activity by NC10 (step 113), and will be "ended."

[0029] It will be as follows if the description of this invention described above is summarized.

- 1) Location amendment data are obtained with the combination of a position sensor 26 and a temperature sensor 38.
  - a) By measuring the distance between the turret box 14 and a spindle 54 by the position sensor 26, a variation rate with a following criteria location can be synthesized and obtained.
    - \* the variation rate of the foot 52 by change of cut solution temperature and outside air temperature --
    - the variation rate by the elongation of the ball screw 17 by an amount and \* slide nut 48 sliding -- the variation rate of the spindle head 2 by heat conduction to the foot 52 by generation of heat accompanying the revolution of an amount and the \* spindle 54 -- an amount and \* -- each -- a variation rate -- a part for the calculation error by heat transfer delay of an amount.
  - b) Calculate the amount of displacement to the location at the time of the reference temperature of a turret head 6, a tool, or the cutting-edge implement 8 (the amount of expansion) by presuming the temperature of a turret head 6 with high degree of accuracy through the temperature simulation block 30 and a temperature sensor 38.
  - c) adding the value Of Above a and b together -- amendment of a work piece 4 -- a variation rate -- grasp an amount.

[0030] 2) Consider as the above-mentioned temperature when an operator adds manual amendment to control by NC10, the reference temperature of the offset number which amended the location by the

manual, respectively, and a criteria location.

a) When an operator performs manual amendment, naturally perform the dimension check of the processed product and a manual amends a part for a processing error. By carrying out this amendment, it can be considered that the processing error became zero. Therefore, it considers as the criteria of count of the above-mentioned temperature and the location at this time (reference temperature, criteria location).

b) When it is judged that it checked and manual amendment was performed whether manual amendment was performed by the manual amendment distinction means 707 whenever it performed location measurement and a thermometry when continuation processing was carried out, update reference temperature and a criteria location.

c) When continuation processing is carried out, a product 4, i.e., a work piece, causes a dimensional change by wear of the cutting-edge implement 8. Therefore, an operator does a dimension check periodically and usually amends a processing error including wear by the manual. This will proofread the above-mentioned base temperature and a criteria location to the latest data periodically. Therefore, more exact amendment is realizable.

[0031]

[Effect of the Invention] according to [ as stated above ] this invention -- the heat of a machine tool -- the comparatively easy heat of a machine tool of handling which can reduce more the processing error of the work piece by the variation rate -- a variation rate -- the amendment approach and equipment can be offered.

---

[Translation done.]